Aus dem Hygienischen Institut der Universität Würzburg
Vorstand: Prof. Dr. M. Knorr.

Desinfektionsversuche mit Trichloräthylen, Methylenchlorid und Äthylenchlorid in alkoholisch-wässeriger Lösung.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
vorgelegt von

Maria Greweling

aus Bitburg.

1937

Paul Scheiner, Buchdruckerei und Verlagsanstalt, Würzburg.

Referent: Prof. Dr. M. Knorr.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der medizinisch. Fakultät. Würzburg.

MEINEN ELTERN!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543519_0127

Untersuchungen verschiedener Autoren über die desinfizierende Eigenschaft gechlorter Kohlenwasserstoffe (Derivate des Methans, Äthans u. Äthylens) haben im wesentlichen ergeben, daß den reinen Mitteln nur eine geringe keimtötende Wirkung eigen ist. Dagegen haben Versuche mit wässerigen Lösungen, besonders mit Emulsionen dieser Stoffe ein sehr viel besseres Ergebnis gezeigt; und zwar steigt die desinfizierende Kraft mit zunehmender Dichte der Emulsion.

Rimpau, der reines Trichloräthylen auf an Läppchen angetrocknete Staphylokokken einwirken ließ, sah nach 25 Std. keine Abtötung der Keime. Dagegen vernichtete bei gleicher Versuchsanordnung eine gesättigte Trichloräthylenlösung (1,8 g im Liter H_2O löslich) Staphylokokken in 2 Std. Daß die desinfizierende Kraft durch Emulgierung des Mittels stark gesteigert wird, bewies *Rimpau* durch Keimträgerversuche mit einer 5% Türkischrotöl-Trichloräthylen-Emulsion (2,5% Türkischrotöl, 2,5% Tri; Türkischrotöl zur Stabilisierung der Emulsion). Damit erreichte er eine Abtötungszeit von 10 Min. für Staphylokokken. Ebenso fand er nach Einwirkung einer 90 bezw. 95% Triemulsion auf Tuberkelbazillen eine Vernichtung der Keime nach 30 Min., nach Schütteln der Emulsion sogar nach 5 Min.

Die Tatsache, daß nach *Winkelbauer* und *Musger* eine Desinfektion durch 10—20 Sek. langes Eintauchen der Hände in reines Tri. gleiche Keimarmut ergab wie eine Desinfektion nach *Ahlfeldt*, wurde als eine Art Emulsionswirkung auf der Haut angesehen.

Eine Erklärung für die Aufnahme der Desinfektionsstoffe durch die Bakterienzelle, die dem Abtötungsvorgang unmittelbar vorausgehen muß, geben 2 Theorien, die die eigentlich wirksame Komponente auf ganz verschiedenen Gebieten sehen. Eine wesentliche Rolle spielt dabei der Aufbau des Bakterienkörpers, dessen Oberfläche nach Ansicht verschiedener Autoren von einer sog. „Zellhaut" gebildet wird, die kein Regulationsvermögen für die Stoffaufnahme besitzt. An diese angepreßt ist das Protoplasma mit seiner „Plasmahaut", die vielleicht eine dichtere Protoplasmaschicht darstellt, nach dem Prinzip, daß Stoffe, die die Oberflächenspannung erniedrigen (Eiweiß und Lipoide) sich an Grenzflächen anhäufen. Diese Plasmahaut hat nach *Nathanson* eine mosaikartige Struktur aus unquellbarem Cholesterin und quellbarem Eiweiß und Lezithin. Die Aufnahme der lipiodlöslichen Stoffe (Desinfektionsmittel) erfolgt durch die lipoiden Teile der Plasmahaut.

Nach der Overtonschen Lipoidtheorie der Antiseptika hängt nun die Größe der Desinfektionskraft eines Stoffes unmittelbar ab von dem Grad seiner Lipoidlösungsfähigkeit; Bedingung ist dabei eine gewisse Wasserlöslichkeit.

Nach *Traube* spielt der sog. „Haftdruck" für die Aufnahme gewisser Stoffe in die Zelle eine Rolle, der umso geringer ist, je geringer die Oberflächenspannung einer Lösung. Stoffe, die die Oberflächenspannung erniedrigen, kommen an der Oberfläche der Lösung und an der Berührungsstelle mit einem anderen Medium in höherer Konzentration vor als im Innern. Wenn nun die zu prüfenden Desinfektionsmittel die Oberflächenspannung herabsetzen, so kommt es zu einer Anreicherung dieser Stoffe an der Bakterienzelle, die zu stärkerer Wirksamkeit führt.

Die Einstellung der einzelnen Autoren zu den beiden Theorien ist verschieden.

Gabbano, der Chlorderivate des Methans, Äthans und Äthylens untersuchte, sah einen direkten Zusammenhang zwischen Lipoidlösungsvermögen und desinfizierender Kraft. Die besten Lipoidlösungsmittel hatten die stärkste keimtötende Wirkung. Einen Zusammenhang zwischen Oberflächenspannung und Desinfektionsvermögen der einzelnen Mittel konnte er nicht feststellen.

Joachimoglu kann auf Grund seiner Untersuchungen die Traubesche Theorie nicht bestätigen. Auch *Hailer* vertritt die Ansicht, daß weder positive noch negative Oberflächenaktivität als Maß für die physiologische Wirksamkeit eines Stoffes betrachtet werden kann. Er sieht in der Lipoidtheorie eine hinreichende Erklärung für das Verhalten der untersuchten Desinfektionsmittel.

Rimpau dagegen kommt zu dem Schluß, daß das Lipoidlösungsvermögen eines Stoffes (in emulgiertem Zustand) allein nicht maßgebend sein kann für seine desinfizierende Kraft. „Man wird den hier wirkenden Oberflächenkräften im Verein mit den aus der Zugehörigkeit zur Narkotikareihe sich ergebenden Eigenschaften des Trichloräthylens maßgebenden Einfluß auf den Abtötungsvorgang zuzuschreiben haben." (Zeitschr. f. Hyg. 112/1931). Aus der Tatsache, daß bekannte Zellgifte wie Phenole, Formaldehyd und Salizylsäure die keimtötende Wirkung des Tri. steigern, folgert *Rimpau,* daß auch die Wirkung des emulgierten Tri. ohne Zusatz auf einem Zusammenwirken chemischer und physikalischer Kräfte beruht.

Die Feststellungen *Gabbanos,* daß wässerig-alkoholische Lösungen der Chlorderivate des Methans, Äthans und Äthylens eine weitaus stärkere keimtötende Wirkung haben als Äthylalkohol allein, führte zu weiteren Versuchen mit Tri-Lösungen verschiedener Konzentration in 48% Alkohol.

Die bisherigen Ergebnisse am Würzburger Hyg. Institut.

Nickel zeigte in seinen Suspensionsversuchen, daß 48% Alkohol durch Trichloräthylenzusatz zu einem höchst wirksamen Desinfektionsmittel wird, das Staphylokokken innerhalb 1 Min. abtötet. Die unterste Grenze der Wirkungssteigerung lag bei 0,5% Tri-Zusatz. Geringere Zusätze führten zu gleichen Ergebnissen wie die Alkoholkontrollversuche. Zum Teil schien sogar die keimtötende Wirkung des 48% Alkohols durch geringe Zusätze wie 0,3% bezw. 0,1% Tri. eher verschlechtert zu werden. Weitere Versuche, die noch lebensfähigen Keime nach einer Minute Einwirkungsdauer des Tri-Alkohols bezw. Alkohols allein festzustellen, bestätigen im wesentlichen die Annahme einer Wirkungsverschlechterung durch Tri-Zusätze unter 0,5%. Eine Wirkung auf Sporen (Subtilis und Mesentericus) konnte *Nickel* selbst nach 24stündig. Behandlung mit einer 3% Tri-Alkohollösung nicht beobachten.

Jocham bestätigte auf Grund seiner Untersuchungen die Ergebnisse *Nickels*. Eine 2% bezw. 3% Tri-Lösung in 48% Alkohol erwies sich auch im Keimträgerversuch als gutes Desinfektionsmittel, das gegenüber 48% Alkohol erheblich besser wirkte. Bei einem Zusatz von nur 1% Tri. schien eine Abschwächung der Alkoholwirkung einzutreten, eine ähnliche Erscheinung, wie sie *Nickel* bei Zusätzen unter 0,5% Tri. im Suspensionsversuch beobachtet hat.

Was nun die Desinfektionskraft des Alkohols angeht, so fand *Brüning* die optimale keimtötende Wirkung bei einer Konzentration von 60—70%. 96% Alkohol ist nach *Schumburg* eines unserer besten Desinfektionsmittel im Suspensionsversuch, in dem die einzelnen Keime direkt mit dem Desinfektionsmittel in Berührung kommen. (Nach Eintropfenlassen einer Bakterienaufschwemmung in 48% Alkohol fast sofortige Abtötung der Keime). Dagegen bildet sich im Keimträgerversuch auf Grund des starken Eiweißfällungsvermögens des 96% Alkohols ein dichter Eiweißniederschlag an der Oberfläche, der die tiefer gelegenen Keime vor Vernichtung schützt.

Ueber die Wirkungssteigerung des Alkohols durch Tri-Zusätze ist zu sagen, daß Tri. durch sein Lipoidlösungsvermögen die Bakterienzelle der Alkoholwirkung besser zugänglich macht, daß aber andererseits dem Tri. selbst eine desinfizierende Kraft zuzuschreiben ist, die nach *Gabbano* allein von der Stärke seiner Lipoidlösungsfähigkeit abhängt. Es handelt sich also um eine Summierung beider keimtötenden Wirkungen, die noch dadurch gesteigert wird, daß der Alkohol nach Einwirkung des Tri. besser an der Bakterienzelle angreifen kann. Eine gewisse keimtö-

tende Kraft als Teilwirkung des gesamten Desinfektionsvermögens liegt beim Tri. vielleicht in der Abspaltung von Phosgen, das neben HCl, Spuren von CO und Dichloracetylchlorid bei Licht- und Luftzutritt entsteht. *Jocham* setzte Staphylokokken und Erdsporen in angetrocknetem und feuchtem Zustand für 24 Std. der Einwirkung einer geringen Menge von Phosgengas aus. Auf die angetrockneten Keime hatte Phosgen keinen Einfluß, während nach Einwirkung auf die Bakterien in feuchtem Zustand die Kontrollröhrchen alle steril blieben. Es besteht also durchaus die Möglichkeit einer Giftwirkung auf die Bakterienzellen durch Phosgenabspaltung im Tri.

Auf Grund der Feststellungen *Nickels* und *Jochams,* die unterhalb einer gewissen Tri-Konzentration eine schlechtere Desinfektionswirkung bei Tri-Alkohollösungen gegenüber 48% Alkohol ohne Zusatz sahen, sollte nun zunächst im Suspensionsversuch die Wirkung gering prozentiger Tri-Alkohollösungen (0,5—0,1% Tri-Zusatz) auf Bakterienaufschwemmungen näher untersucht werden.

Eigene Versuche.

Es wurde die Versuchsanordnung gewählt, die *Nickel* für seine Suspensionsversuche angibt.

Die Versuche wurden mit 20 verschiedenen Staphylokokken-Stämmen angestellt, die alle aus eitrigen Prozessen von Menschen gezüchtet waren. Dabei handelte es sich ausnahmslos um Staph. pyog. aur.

Die Versuche wurden bei Zimmertemperatur (18—20°) ausgeführt. Es wurde zu je 5 Suspensionsversuchen mit Tri-Alkohollösungen (0,5—0,1% Tri-Zusatz) ein Kontrollversuch mit Alkohol allein angestellt.

Die Versuche mit den einzelnen Stämmen wurden mindestens je dreimal, zum Teil 5 oder 6 mal ausgeführt. Es wurde auch hier festgestellt, was *Nickel* und andere Autoren beobachtet haben, daß bei denselben Bakterienstämmen in verschiedenen Versuchen mit gleichem Mittel wechselnde Ergebnisse erwartet werden müssen. Es ist nun weniger wichtig, die mittlere Abtötungszeit eines Bakterienstammes nach Einwirkung eines bestimmten Desinfektionsstoffes in einer Reihe von Versuchen festzustellen, als vielmehr herauszufinden, in welcher Zeit die besonders resistenten Keime dieses selben Stammes restlos vernichtet werden können. Aus diesem Grunde wurden nicht etwa die mittleren Werte der einzelnen Versuche mit gleichem Stamm und gleichem Mittel (je 3 oder mehr Parallelversuche) in Tabellen zusammengestellt. (Diese mittleren Werte lagen sowohl für die Versuche mit Tri-Zusatz unter 5% als auch für die Kontrollversuche mit Alkohol allein durchweg unter

10 Min.) Es wurden vielmehr die aus den Parallelversuchen jeweils sich ergebenden höchsten Abtötungszeiten angeführt. Die Stämme Nr. 3, 5, 6, 10, 11, 12, 15 und 17 waren anscheinend sehr wenig resistent. Die Abtötungszeiten lagen meist unter 5 Min.; sie wurden daher in der Tabelle nicht angegeben.

Bei den einzelnen Versuchen wurde im Verlauf der ersten Minuten eine Ausflockung der Keime beobachtet, die selbst bei gleichen Bakterienstämmen in verschiedenen Versuchen mit demselben Mittel wechselnde Stärke und Unregelmäßigkeiten im zeitlichen Auftreten zeigte. Eine Abhängigkeit der Abtötungszeiten von der Stärke der Agglutination und ihrem früheren oder späteren Auftreten konnte nicht beobachtet werden.

Ein abweichendes Verhalten zeigte der schleimig wachsende Stamm 8, bei dem selbst 20 Min. nach Einwirkung des Tri-Alkohols bezw. Alkohols allein keine Ausflockung festzustellen war.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Versuche angeführt. In den senkrechten Rubriken sind die aus je 3 oder mehr Parallelversuchen sich ergebenden höchsten Abtötungszeiten angegeben.

48%iger Alkohol mit Trichloräthylen.

Stamm 1							Stamm 2					
Zeit	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+
5	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	+	+
10	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—

Stamm 4							Stamm 7					
Zeit	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+
5	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	+	+
10	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—
15	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Stamm 8							Stamm 9					
Zeit	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+
5	—	—	+	—	+	+	—	—	—	—	—	+
10	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—	+
15	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Stamm 13

Zeit	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	+	+	—	+	+	+
5	—	+	—	+	+	+
10	—	—	—	—	—	+
15	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—

Stamm 14

Zeit	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	+	—	+	+	+	+
5	—	—	+	—	—	+
10	—	—	+	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—

Stamm 16

Zeit	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	—	+	+	+	+	+
5	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	+	—	—
15	—	—	—	+	+	—
20	—	—	—	—	—	—

Stamm 18

Zeit	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	—	+	+	+	+	+
5	—	+	+	+	—	+
10	—	+	—	—	—	+
15	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—

Stamm 19

Zeit	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	+	+	+	+	+	+
5	+	—	+	—	+	+
10	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—

Stamm 20

Zeit	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	—	+	+	+	+	—
5	—	+	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—

Bei Betrachtung der Tabelle zeigt sich eine eindeutige Besserung der Alkoholwirkung durch Zusatz von 0,5% Trichloräthylen; nur in wenigen Versuchen ist nach einer Minute noch Wachstum zu sehen. Geringere Zusätze können die desinfizierende Wirkung des Alkohols anscheinend nicht mehr wesentlich beeinflussen.

Im Ganzen gewertet ergeben die Versuche mit Tri-Zusatz unter 0,5% weder eine eindeutige Verbesserung noch eine Verschlechterung der Alkoholwirkung.

Manchmal hat man den Eindruck einer geringen Beeinträchtigung der Alkoholwirkung durch geringe Trizusätze; bisweilen ergeben aber die Versuche mit Alkohol allein höhere Abtötungszeiten als die mit Tri-Zusatz.

Die stark verschiedenen Abtötungszeiten, die sich in Parallelversuchen mit gleichem Stamm und gleichem Mittel ergeben, sind in der ungleichen Resistenz der Keime selbst innerhalb derselben Stämme begründet.

Es lag nun der Gedanke nahe, dem Tri. chemisch verwandte Stoffe auf ihre Wirkung in alkoholisch-wässeriger Lösung als Desinfektionsmittel näher zu prüfen. Zu diesem Zwecke wurden zu-

nächst Suspensionsversuche mit Methylenchlorid- und Äthylenchloridzusätzen zu 48% Alkohol ausgeführt.

	Trichloräthylen $CHCl$ CCl_3 farblos, flüssig, Geruch wie Chloroform, nicht brennbar	**Äthylenchlorid** CH_2Cl CH_2Cl farblos, flüssig, Geruch wie Chloroform, brennt nur bei Berührung mit Flamme	**Methylenchlorid** CH_3Cl_2 farblos, flüssig, Geruch wie Chloroform, nicht brennbar
Mol.-Gew.	131,35	98,95	84,94
Spez. Gew.	1,47	1,25	1,32
Sdpt.	88°	83,5°	40–41°
Wasserlöslichkeit	1,18 g/L.	8,51 g/L.	13,22 g/L.
Lipoidlösungsfähigkeit bez. a. Chloroform = 1	0,9	0,85	0,8
Giftwirkung	**Narkotikum** mit örtlich. Reizwirkung und gleichzeitiger Allgemeinwirkung, Stärke wie Chloroform	**Narkotikum** mit mäßiger örtlich. Reizwirkung, Stärke ungefähr wie Chloroform	**Narkotikum** mit verhältnismäß. rasch vorübergehender Wirkung u. geringer Giftigkeit. Reizwirkung stärker als bei Chloroform
Vergiftungsmöglichkeit	Bei **Verwendung** als Lösungsmittel, Entfettungsmittel, zur Fleckenentfernung und in der Glasschleiferei	Bei **Verwendung** alsExtraktionsmittel, i. d. chem. Industrie, zur Reinigung von Pelzen. (Als Inhalationsnarkotikum nicht mehr verwend.)	Bei **Verwendung** als Lösungsmittel. (Chem. reines Präparat als Solaesthin zur Rauschnarkose verwendet.)
Vergiftungserscheinungen	a) **Akute Vergiftung** nach Einatm. höher. Konzentrationen Herzbeschwerden, Ohnmacht, event. sogar Tod. Lokal: Brennen u. Schmerz. der Haut, event. mit Blasenbildung. Optikusschädigung, Erblindung möglich. **b) Chronische Vergiftungen:** „Trisucht" begünst. Entstehung von Schädigungen d. Z. N. S.	Nach Einatmen der Dämpfe Brennen im Rachen und Hustenreiz, später Erbrech. Ueber schwere **Vergiftungen** ist nichts bekannt.	**Vergiftungen** mit techn. Methylenchlorid sind nicht bekannt. Bei Tieren durch techn. Methylenchlorid fettige Degeneration von Leber u. Nieren, ähnlich wie durch Chloroform. Bei Solaesthin Organbefund normal.)

In vorstehender Tabelle sind die wichtigsten Eigenschaften des Trichloräthylens, Methylenchlorids und Äthylenchlorids kurz zusammengestellt.

Es wurde zunächst die desinfizierende Wirkung einer 1% Methylenchlorid- bezw. Äthylenchloridlösung in 48% Alkohol auf 4 verschiedene Staphylokokkenstämme im Suspensionsversuch geprüft. Die Technik war die gleiche wie bei den Versuchen mit Tri-Alkohollösungen. Zu je einem Versuch mit Methylenchlorid- bezw. Äthylenchloridzusatz wurde ein Kontrollversuch mit 48% Alkohol allein angestellt. Wie bei den Tri-Versuchen wurde auch hier innerhalb der ersten Minuten eine verschieden starke, früher oder später auftretende Agglutination der Keime beobachtet. Die Versuche wurden je 2 mal ausgeführt und die jeweils sich ergebenden höchsten Abtötungszeiten in der folgenden Tabelle angegeben.

48%iger Alkohol mit Äthylenchlorid bezw. Methylenchlorid.

	Stamm 1			Stamm 4		
Zeit	1% Ä	1% M	Alk.	1% Ä	1% M	Alk.
1	—	+	+	—	—	+
5	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—

	Stamm 7			Stamm 16		
Zeit	1% Ä	1% M	Alk.	1% Ä	1% M	Alk.
1	+	+	—	—	—	+
5	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—

Bei Betrachtung der Tabelle zeigt sich eine geringe Verbesserung der Alkoholwirkung durch 1% Methylenchlorid- bezw. Äthylenchloridzusatz, die aber wegen der anscheinend geringen Resistenz der Stämme nicht klar zum Ausdruck kommen kann. Eine so starke Wirkungssteigerung, wie sie dem Tri. eigen ist, wurde entsprechend dem geringeren Lipoidlösungsvermögen des Methylenchlorids- bezw. Äthylenchlorids nicht erwartet. Ein Zusatz von 1% Meth. bezw. Äth. entspricht, was die Verbesserung der desinfizierenden Kraft des Alkohols angeht, etwa der Wirkung von 0,5% Tri-Zusatz. Einen positiven Schluß lassen jedoch nur Versuche in großer Anzahl zu.

Die nachstehenden Tabellen geben die Ergebnisse einer Versuchsreihe mit Meth.- bezw. Äth.-Zusatz von 0,5 bis 0,1% zu 48% Alkohol wieder. Die Versuche sind je 2 mal ausgeführt und die jeweils höchsten Abtötungszeiten angegeben.

48%iger Alkohol mit Äthylenchlorid.

Zeit	Stamm 1						Stamm 4					
	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	-	-	—	+	+		—	+	+	-	-	—
5	—	—	—	—	—	-	—	—	—	—	-	-
10	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Zeit	Stamm 7						Stamm 16					
	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1					-	—	-		—	+		
5	—				—				—	—		
10	-			-	—	-	-	-	—	—	-	
15	—	—	—	—	-	-	-	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

48%iger Alkohol mit Methylenchlorid.

Zeit	Stamm 1						Stamm 4					
	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	—	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	
5	—	—	—	—	-	—	—	—	—	—	—	-
10	—	—	—	—	-	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-	—

Zeit	Stamm 7						Stamm 16					
	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Alk.
1	-	+	+	+	+	+	—	+	—	+	+	+
5	—	+	-	-	-	-	—	+	—	+	+	—
10	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	
15	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	-
20	-	-	-	-	-	-	—	—	—	-	-	

Die Versuche zeigen eindeutig, daß durch Meth.- bezw. Äth.-Zusatz unter 5% eine wesentliche Verbesserung der Alkoholwirkung nicht mehr erreicht werden kann. Eine deutliche Verschlechterung der desinfizierenden Kraft des Alkohols durch die geringen Zusätze geht aus den Tabellen nicht hervor. Einige Versuche mit Zusätzen unter 0,5% zeigen höhere Abtötungszeiten als die Versuche mit Alkohol allein. Einmal wird im Alkohol-Kontrollversuch nach 15 Min. noch Wachstum beobachtet, während beim gleichen Stamm die Versuche mit Äth. bezw. Meth. alle nach 5 Min., zum Teil schon nach 1 Min., Abtötung zeigte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Zusätze von unter 5% vom Meth. bezw. Äth. zu 48% Alkohol eine ähnliche Wirkung auf die Bakterienaufschwemmungen haben wie geringprozentige Tri-Alkohollösungen.

Eine eindeutige Beeinträchtigung der Alkoholwirkung ist weder durch geringe Tri- noch Meth- noch Äth-Zusätze zu erreichen.

Die Tatsache, daß eine 3% Tri-Alkohollösung (48% Alkohol) sowohl im Suspensions- als auch im Keimträgerversuch eine weitaus stärkere desinfizierende Kraft besitzt als Alkohol allein, wurde durch *Nickel* und *Jocham* hinreichend bewiesen. Zur Händekurzdesinfektion eignet sich aber weder eine 2—3% Tri-Lösung in 48% Alkohol, da die Keimverminderung gegenüber 48% Alkohol nur gering ist, noch eine 2—3% Tri-Lösung in 96% Alkohol, da die Zahl der Restkeime zu groß ist. (Wenn auch geringer als nach Desinfektion mit 96% Alkohol allein.) Bei Verlängerung der Waschdauer nehmen die durch den Tri-Zusatz bedingten brennenden Schmerzen auf der Haut stark zu, während die Verbesserung der desinfizierenden Wirkung gegenüber Alkohol nur gering ist.

Daher kommt die Verwendung alkoholisch-wässeriger Trilösungen praktisch nicht in Frage.

Gegen die Anwendung von reinem Tri., das als Händedesinfektionsmittel im Kurzverfahren zu starker Keimarmut führt (*Winkelbauer, Musger, Jocham*) spricht die Gefahr der Süchtigkeit und die damit verbundene Möglichkeit der chronischen Vergiftung. Abgesehen davon ist schon allein durch die Tatsache, daß nach Gebrauch von reinem Tri. auch bei kürzester Waschdauer starke Schmerzen und Rötung der Haut auftreten, eine unbedingte Ablehnung des Tri. als Händedesinfektionsmittel hinreichend begründet.

Da Methylenchlorid verhältnismäßig ungiftig ist und keine Reizwirkung auf die Haut ausübt, andererseits aber die desinfizierende Wirkung des Alkohols in ähnlicher Weise wie Tri. steigert, wurde nun die Wirkung 1—5% Methylenchloridzusätze zu Alkohol im Suspensionsversuch näher geprüft. Um die untere Alkoholkonzentrationsgrenze festzustellen, bei der durch Methylenchloridzusätze eine deutliche Verbesserung der desinfizierenden Wirkung erreicht werden kann, wurden zunächst Versuche mit Zusätzen zu 32% Alkohol angestellt. Es zeigte sich im Verlauf der Versuche keine Agglutination der Keime, wie sie vorher beschrieben wurde, sondern die Aufschwemmungen blieben völlig homogen. Die einzelnen Versuche wurden je 2 mal gemacht und die aus den jeweiligen Parallelversuchen sich ergebenden höchsten Abtötungszeiten angegeben.

32%iger Alkohol mit Methylenchlorid.

Stamm 1

Zeit	5%	4%	3%	2%	1%	Alk.
1	+	+	+	+	±	±
5	+	±	+	+	+	±
10	—	±	—	—	+	±
15	±	±	—	—	±	±
20	+	—	—	—	±	±
25	—	—	—	—	±	±
30	—	—	—	—	—	±

Stamm 4

5%	4%	3%	2%	1%	Alk.
+	—	±	+	+	+
+	—	—	+	±	+
+	—	—	+	—	+
±	±	—	±	—	+
+	—	—	—	—	+
—	—	—	—	—	±
—	—	—	—	—	—

Stamm 7

Zeit	5%	4%	3%	2%	1%	Alk.
1	—	—	—	+	±	±
5	—	—	—	+	±	±
10	—	—	—	+	±	±
15	—	—	—	±	·	·
20	—	—	—	—	±	±
25	—	—	—	—	·	·
30	—	—	—	—	·	±

Stamm 16

5%	4%	3%	2%	1%	Alk.
+	±	—	±	+	+
±	+	±	+	+	+
+	—	·	·	·	·
±	—	±	±	±	±
—	—	—	±	±	±
—	—	—	·	·	·
—	—	—	—	·	·

Bei Betrachtung der Tabelle zeigt sich eine Verbesserung der Alkoholwirkung durch Methylenchloridzusätze über 2%. Die optimale Wirkungsverbesserung wird anscheinend durch 4% Methylenchloridzusatz erreicht. Die praktische Verwendung von 32% Alkohol mit Methylenchlorid kommt jedoch nicht in Frage, da selbst bei 4% Zusatz noch relativ hohe Abtötungszeiten von 5 und 15 Min. gefunden werden.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Versuche mit 1—5% Methylenchloridzusätzen zu 40% Alkohol angeführt. Im Gegensatz zu den Versuchen mit 32% Alkohol zeigte sich hier eine geringe, oft nur eben angedeutete Agglutination der Keime mit wechselndem zeitlichen Auftreten selbst bei gleichen Stämmen. Die Versuche wurden je 3 mal ausgeführt und die jeweils höchsten Abtötungszeiten angegeben.

40%iger Alkohol mit Methylenchlorid.

Stamm 1

Zeit	5%	4%	3%	2%	1%	Alk.
1	—	—	—	+	—	+
5	—	—	—	—	—	+
10	—	—	—	—	—	+
15	—	—	+	—	—	—
20	—	—	+	—	—	—

Stamm 4

5%	4%	3%	2%	1%	Alk.
+	—	+	+	+	·
—	—	±	+	+	+
—	—	+	—	+	·
—	—	—	—	—	±
—	—	—	·	·	·

	Stamm 7						Stamm 16					
Zeit	5%	4%	3%	2%	1%	Alk.	5%	4%	3%	2%	1%	Alk.
1	—	—	—	+	—	+	+	+	+	+	+	+
5	—	—	—	+	—	+	+	—	+	+	+	
10	—	—	—	+	—	+	+	—	+	+	+	+
15	—	—	—	+	—	+	—	—	+	—	—	+
20	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	+

Aus der Tabelle geht eine eindeutige Steigerung der desinfizierenden Wirkung des 40% Alkohols durch Meth.-Zusätze über 3% hervor. Am deutlichsten ist auch hier die Verbesserung bei 4% Meth.-Zusatz, bei dem nur in einem Fall nach 1 Min. noch Wachstum festgestellt wurde.

Die wenigen Ergebnisse sind selbstverständlich nicht endgültig beweisend. Sie können nur richtunggebend sein für weitere Versuche, die zum Endziel haben, ein billiges, ungiftiges und stärkstwirkendes Desinfektionsmittel zu finden. Die günstigen Ergebnisse der Suspensionsversuche, vor allem die Tatsache, daß durch 4% Meth.-Zusatz anscheinend optimale keimtötende Wirkung erreicht wird, müssen zunächst durch Keimträgerversuche näher geprüft und bestätigt werden.

Bei Verwendung wässerig-alkoholischer Meth.-Lösungen als Händedesinfektionsmittel erwächst vielleicht ein gewisser Nachteil aus dem tiefen Siedepunkt (40—41°) und der darin begründeten raschen Verdunstung des Meth. bei Erwärmung auf Körpertemperatur. Daher wäre für den Gebrauch als Händedesinfektionsmittel eine wässerig-alkoholische Äthylenchloridlösung eher geeignet, das zwar einen weit höheren Siedepunkt (83,5°) und ein etwas größeres Lipoidlösungsvermögen besitzt als Methylenchlorid, andererseits aber eine geringere Wasserlöslichkeit und stärkere Giftigkeit.

Zusammenfassung.

1. In einer Reihe von Versuchen wird gezeigt, daß Trichloräthylenzusätze unter 0,5% die Wirkung des 48% Alkohols nicht mehr beeinflussen. Es wird durch diese geringen Zusätze weder eine deutliche Verbesserung noch eine wesentliche Verschlechterung der Alkoholwirkung festgestellt.

2. Die desinfizierende Kraft des 48% Alkohols erfährt durch Zusatz von 1% Methylenchlorid bezw. Äthylenchlorid eine geringe Steigerung, die etwa der Wirkung von 0,5% Tri-Zusatz entspricht.

3. Versuche mit 0,5%—0,1% Meth. bezw. Äth. in 48% Alkohol zeigen dieselben Ergebnisse wie die entsprechenden Versuche mit Tri.: keine eindeutige Verbesserung oder Verschlechterung der Alkoholwirkung.

4. Methylenchloridzusätze über 2% verursachen zwar eine schwache Steigerung der desinfizierenden Wirkung des 32% Alkohols, die aber zu gering ist, um praktische Bedeutung zu erlangen.

5. 40% Alkohol wird in seiner keimtötenden Wirkung durch Meth.-Zusätze über 3% (optimale Wirkungsverbesserung durch 4% Meth.-Zusatz) bedeutend verstärkt. Damit ist eine positive Grundlage für weitere Versuche mit Meth. in alkoholisch-wässeriger Lösung gegeben.

Herrn Prof. Dr. M. Knorr sage ich für Ueberlassung des Themas und weitere Anregungen im Verlaufe der Arbeit meinen ergebensten Dank.

Ehrenwörtliche Versicherung.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich bei Abfassung meiner Arbeit außer dem angegebenen Schrifttum keine weiteren Hilfsmittel benutzt habe.

Maria Greweling.

Würzburg, den 7. Dezember 1936.

Literatur.

1. *Carrieu et Marc:* Zentr. f. ges. Hyg. 14/420.
2. *Carrieu M. F.:* Rev. d'Hyg. 1927/344.
3. *Flury-Zanger:* Lehrbuch d. Toxikologie 1928.
4. *Flury-Zernik:* Schädliche Gase 1931.
5. *Gabbano:* Zeitschr. f. Hyg. 109/1929.
6. *Gabbano:* ebenda.
7. *Joachimoglu:* Zeitschr. f. Biochemie 124/1921.
8. *Jocham:* Dissertation, Würzburg 1935.
9. *Hailer:* Weyl's Handbuch d. Hyg. 1922.
10. *Niederland:* Der Chirurg 217/1933.
11. *Nickel:* Dissertation, Würzburg 1934.
12. *Rimpau:* Zeitschr. f. Hyg. 112/1931.
13. *Rimpau:* Archiv f. Hyg. 107/1932.
14. *Schumburg:* D. m. W. 1926/2196.
15. *Stüber K.:* Archiv f. Gewerbepathologie 2/398—456.
16. *Winkelbauer* und *Musger:* Der Chirurg, 1933/1.
17. *Winkelbauer:* Der Chirurg, 1933/614.

Lebenslauf.

Am 16. April 1912 wurde ich, Johanna Maria Greweling als Tochter des Lehrers Eduard Greweling und seiner Ehefrau Katharina, geb. Endres, in Bitburg (Eifel) geboren. Ich besuchte 1 Jahr die Volksschule, später die höhere Mädchenschule in Bitburg und trat Ostern 1926 in die Realgymnasiale Studienanstalt der Ursulinen in Koblenz ein, wo ich im März 1930 die Reifeprüfung bestand. Auf Wunsch meiner Eltern studierte ich zunächst 1 Semester neue Sprachen in Marburg, widmete mich aber dann dem Studium der Medizin an den Universitäten Berlin, München und Würzburg. Die med. Vorprüfung bestand ich im März 1933, das Med. Staatsexamen im Juli 1936 in Würzburg.